

Photovoltaics

Zonnelicht aan beide zijden van zonnecellen oogsten kan zonneparken een flinke energieboost geven

Imec ontwikkelde een bifaciale zonnecel die tot 25% meer energie opwekt dan een éézijdige cel.

Het is de laatste jaren aanzienlijk goedkoper geworden om elektriciteit op te wekken met zonnepanelen. In veel regio's kan dat nu zelfs al voordeliger dan met fossiele brandstoffen. Dat maakt het zonneparken bouwen aantrekkelijk voor energieleveranciers. Maar het kan nog beter, bijvoorbeeld door zonnecellen te gebruiken die het licht aan de vóór- en de achterzijde opvangen, de zogeheten tweezijdige of bifaciale zonnecellen. Imec ontwikkelde onlangs zo'n cel die tot 25% meer energie opwekt dan een éézijdige cel. Als industriële zonneparken dergelijke panelen zouden gebruiken, dan kan hun jaarlijkse elektriciteitsproductie tot 15% stijgen.

Momenteel wordt meestal maar één zijde van zonnecellen gebruikt om elektriciteit op te wekken, uiteraard de zijde die naar de zon is gekeerd. Maar ook op de achterzijde valt er licht, met name diffuus licht en licht dat wordt gereflecteerd door de bodem of de wolken. Je kan je dus afvragen waarom wij de achterzijde van zonnecellen afsluiten, in plaats van ze als extra elektriciteitsbron te gebruiken.

“Het idee om tweezijdige cellen te maken is niet nieuw,” zegt Jozef Szlufcik, directeur van de afdeling zonnecellen bij imec. “Meer dan twintig jaar geleden is het al uitgetoet. Maar de piekefficiëntie aan de voorzijde van tweezijdige zonnecellen ligt iets lager dan bij vergelijkbare éézijdige cellen. Als je de achterzijde van de modules openlaat, dan ontsnapt er langs daar namelijk een beetje licht, het licht met een langere golflengte.

Hierdoor is de maximale efficiëntie die aan de voorzijde wordt gemeten en uitgedrukt in Wattpiek iets kleiner dan bij vergelijkbare, geoptimaliseerde éézijdige cellen. En omdat de maximale efficiëntie van een zonnecel altijd het belangrijkste verkoopargument was, bleef het succes van tweezijdige zonnecellen uit. Want wie zou er nu zonnecellen met lagere piekprestaties kopen?”

Maar nu worden er steeds meer grootschalige zonneparken in bedrijf genomen. Als een operator van zo'n park zonnepanelen selecteert, houdt hij met veel meer parameters rekening dan alleen de piekprestaties. Hij kijkt vooral naar de totale kosten om elektriciteit in het zonnepark te produceren, de zogeheten “levelized cost of electricity”. Deze LCOE wordt berekend door alle kosten van een systeem – de investeringen en het onderhoud – te delen door de output, d.w.z. de feitelijke jaarlijkse energieproductie maal de levensduur van de installatie in jaren. Waar het voor hen op aankomt, is dus de gemiddelde output per jaar, en niet de maximale piek op een zonnige dag

Jozef Szlufcik: “Energiebedrijven zijn bijgevolg op zoek naar installaties die beter dan gemiddeld presteren, bij elke lichtinval en onder alle weersomstandigheden. Dit is een totaal andere manier van redeneren, ook voor R&D-organisaties. Wij hoeven niet langer uitsluitend op piekprestaties in ideale, artificiële omstandigheden te focussen. We kunnen nu ook andere technieken toepassen om de gemiddelde elektriciteitsproductie over langere periodes te verbeteren, dus ook bij een niet-optimale lichtinval door bewolking, bij lagere temperaturen, periodes met sneeuw... Hierdoor steeg opnieuw de belangstelling voor technologieën zoals tweezijdige zonnecellen.”

De meeste zonnecellen zijn nu aan de achterzijde gesloten met een reflecterende metalen elektrode. Maar om een goede tweezijdige zonnecel te maken moet er meer gebeuren dan de achterzijde verwijderen.

Jozef Szlufcik: “Bij een standaard zonnecel zijn er nogal wat verschillen tussen de voor- en achterzijde. Aan de voorzijde moeten de contacten bv. zo klein mogelijk zijn, om zo weinig mogelijk van het lichtopvangende oppervlak te bedekken. Maar bij een tweezijdige cel moeten die contacten minimaal zijn aan beide zijden, en dat zonder dat de productiekosten al te veel stijgen. Wij gebruiken daarom zogenaamde vingers in plaats van de klassieke busbars. Dat zijn heel smalle en dunne contacten (minder dan 15 micrometer breed en ongeveer 2 micrometer dik), bekleed met een laagje nikkel/zilver. Wij voegen ze toe met een dubbelzijdig plating-proces dat wij specifiek voor de bifaciale technologie hebben ontwikkeld en gepatenteerd.”

Met het nieuwe bekledingsproces halen de imec-cellen een bifacialiteit van meer dan 96%. Bifacialiteit is een maatstaf voor de verhouding tussen de efficiëntie aan de voor- en achterzijde van een zonnecel. En met nog enkele extra ingrepen is bijna 100% haalbaar.

“In een zonnecel ligt de p-n-overgang traditioneel dicht tegen de voorzijde,” zegt Jozef Szlufcik. “Deze overgang is de interface tussen twee polariteitszones waar de energiedragers opgewekt door de invallende fotonen worden gescheiden en opgevangen. De energiedragers die afkomstig zijn van de achterzijde van een tweezijdige cel moeten bijgevolg een langere weg door het materiaal afleggen vóór ze de p-n-overgang bereiken. Maar onderweg kunnen ze recombineren en dan gaat hun energie verloren. Dat effect is te bestrijden met materialen van de hoogste kwaliteit, met een hogere gemiddelde diffusielengte. De energiedragers reizen dan langer door het materiaal zonder te recombineren. De beste bifacialiteit die wij met deze technieken tot nu toe hebben gehaald, is 99,5%.”

Met behulp van zelf ontwikkelde productietechnieken heeft imec nieuwe tweezijdige n-PERT (BiPERT) zonnecellen gecreëerd met een piekefficiëntie aan de voorkant van ongeveer 22,4%. Hun equivalente efficiëntie bedraagt 26%, wat betekent dat de tweezijdige cellen bij een gemiddelde bodemreflectiefactor (albedo) van 15% evenveel elektriciteit opwekken als éénzijdige cellen met een efficiëntie van 26%.

Tweezijdige cellen functioneren optimaal als er ook op de achterzijde van de modules voldoende licht invalt. Ze zullen bijgevolg voor weinig extra opbrengst zorgen als ze op een hellend dak op enkele centimeters van een zwarte dakbedekking worden geïnstalleerd. Maar er zijn een aantal toepassingen denkbaar, zelfs bij kleinschalig gebruik, waar tweezijdige cellen wel het verschil maken.

Er zal bij zonnepanelen nooit veel rechtstreeks zonlicht op de achterzijde vallen. Maar er is wel veel lichtreflectie uit de omgeving: van de bodem, van andere gebouwen en zelfs van de wolken. Hoe meer reflecterende oppervlakken in de omgeving (dus een hogere albedo), des te beter. Zonneparkuitbaters kunnen de panelen dus beter op wit beton of witte steen installeren dan op donkergrijs materiaal. Maar zelfs gras reflecteert nog tot 15% van het licht. En ook bij installatie op een plat dak breng je beter een reflecterende dakbedekking aan.

“Maar je zou tweezijdige zonnepanelen ook verticaal kunnen installeren, in plaats van één zijde naar de zon te richten,” zegt Jozef Szlufcik. “Denk aan een installatie in de woestijn: tweezijdige cellen profiteren daar enorm van de zeer krachtige reflecties. Door de panelen verticaal te plaatsen, vermijd je bovendien dat er op de voorzijde van de modules een laag zand en stof komt te liggen. Ook gebieden met veel sneeuw tijdens een groot gedeelte van het jaar hebben baat bij verticale tweezijdige zonnecellen: er is heel veel reflectie en de sneeuw dekt de panelen niet af. Een andere toepassingsmogelijkheid is een oost-westopstelling van de panelen, waardoor de elektriciteitsproductie tijdens de dag gelijkmatiger wordt dan bij een noord-zuidopstelling. En ten slotte kunnen verticale panelen ook dienst doen als bouwelementen, bijvoorbeeld in balkons.”

Alvorens de energieleveranciers zo'n nieuwe technologie omarmen, willen ze weten hoeveel extra energie ze uit de zonnecellen zullen kunnen halen. Bij zo'n berekening komen veel parameters kijken. Naast de bodemreflectie is dat bv. ook de ruimte tussen de modules, de hoogte boven de grond, het licht dat verloren gaat door de paneelsteunen en de bekabeling...

Jozef Szlufcik: “Om de prestatievoordelen van tweezijdige zonnecellen nauwkeuriger te berekenen ontwikkelen de energiemaatschappijen nu verfijnde modellen. Hiermee voorspellen ze de energiewinst op het niveau van één enkele tweezijdige module, van een groep modules en zelfs van complete zonneparken.”

Een dergelijk model houdt rekening met alle relevante parameters en berekent vervolgens voor elk wat de bijdrage is. Daaruit komt dan de optimale mix die de grootste energieopbrengst tegen de laagste kosten garandeert. Zo is de opbrengst van de modules bijvoorbeeld groter als ze verder van elkaar staan opgesteld en er dus minder schaduwen zijn. Maar dan lopen de vastgoedkosten per module op, wat de elektriciteitskost weer verhoogt. Het komt er dus op aan de optimale afstand te bepalen.

De rekenmodellen laten zien dat een zonnepark met tweezijdige cellen gemiddeld tot 15% extra energie kan opleveren. Dat is natuurlijk minder dan de winst die per zonnecel te behalen is, maar nog altijd veelbelovend voor de LCOE van grootschalige projecten.”

Imec werkt niet alleen aan optimale zonnecellen, maar verbetert ook voortdurend de modellen en prognoses van de energieopbrengst. In combinatie met onze knowhow over zonnecellen stellen betere modellen ons in staat om volledige zonnecelsystemen te ontwikkelen die voor lage elektriciteitskosten (LCOE) zijn geoptimaliseerd. Daarom nodigen wij de energieproducenten graag uit om samen met ons te bekijken hoe wij als partners de best mogelijke technologie kunnen ontwikkelen.

Biografie Jozef Szlufcik

Jozef Szlufcik is directeur zonneceltechnologie bij imec. Jozef behaalde een M.Sc. en Ph.D. in de ingenieurswetenschappen aan de universiteit van Wroclaw, Polen. Hij kwam bij imec in 1990 om uiteindelijk de afdeling kristallijn-silicium zonnecellen te leiden. Jozef Szlufcik was een van de medestichters van de zonnecelfabrikant Photovoltech waar hij van 2003 tot 2012 de R&D- en technologiemanager was. In 2013 kwam hij terug bij imec als departementsdirecteur. Hij is auteur en medeauteur van meer dan 100 artikelen en 14 patenten. Hij is regelmatig voorzitter van internationale PV-conferenties en –workshops.

